

EL ACUEDUCTO DE SEGOVIA

Paradójicamente este es uno de los acueductos (entendidos en su conjunto) más desconocidos de España, pues aunque su obra elevada es sin duda la más famosa de todas, su parte no monumental permanece tan enterrada en el conocimiento de la inmensa mayoría de la gente como el propio canal de agua.

- **La Segovia romana**

Situada al pie de la sierra de Guadarrama, durante la dominación romana perteneció al convento jurídico de Clunia. Era una ciudad con cierta categoría estratégica, al controlar los pasos de Somosierra, Navacerrada y Guadarrama. (Este último junto con Ávila). Debió tener cierta importancia desde el punto de vista ganadero, pues no olvidemos que la trashumancia de corto recorrido, ya era practicada por los pueblos pastores de la Meseta aún antes de la dominación romana. (**Cabo A.** *Condicionamientos geográficos de la Historia de España*)

Esta relativa prosperidad, y el hecho de estar situada en un cerro flanqueado por el Eresma, haría que los ediles de la ciudad se plantearan en algún momento la construcción de un acueducto que abasteciera de agua a la ciudad.

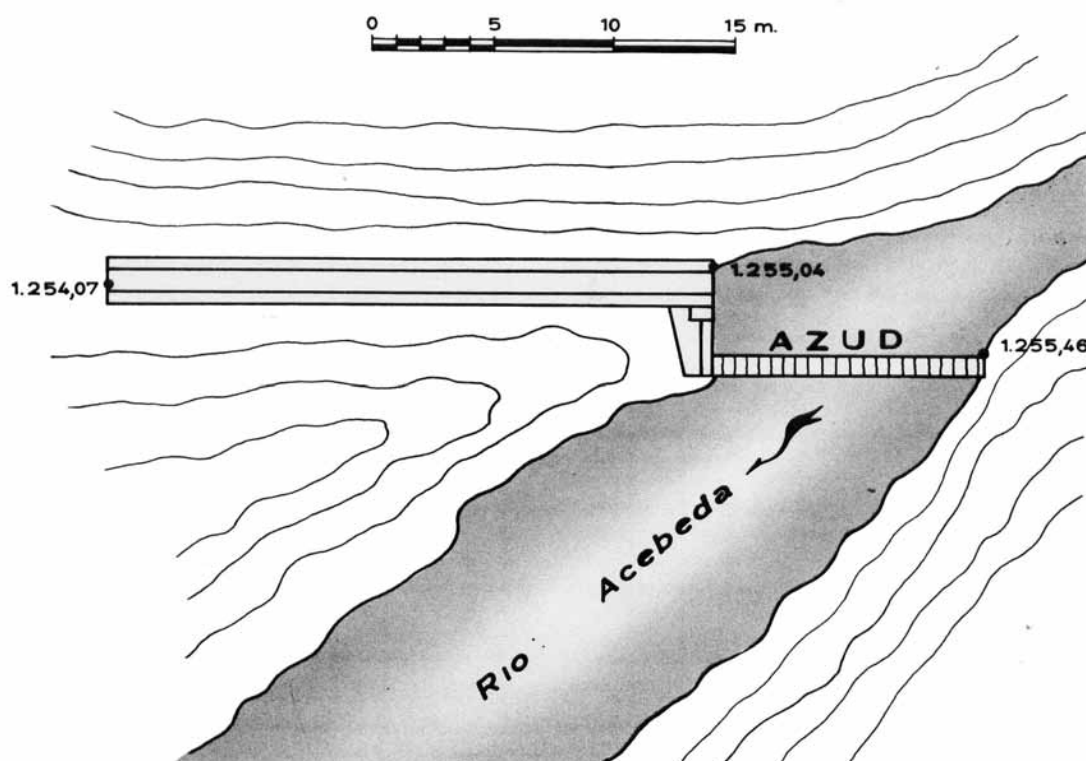
- **Descripción de la traza**

La toma de agua se hace desde el llamado Río Frío, en el lugar llamado La Acebeda. El agua se deriva por medio de un azud colocado oblicuamente a la corriente del río, formando unos 45°. Este sistema de azud, permite tomar parte de la corriente, permitiendo que los excedentes de agua rebosen la parte superior, de manera que se vayan por el río. De esta manera, el caudal, nunca se verá desbordado.

El azud, actualmente completamente colmatado de guijarros, está formado por 26 piezas de granito, de unos 69cm. de anchura, y longitudes variables, grapadas con hierro, y recibidos con plomo. La cota de coronación es de 1.355,46m. Su construcción es tan efectiva que actualmente, con alguna modificación posterior aún está en uso. (**Ramírez Gallardo A.** *Supervivencia de una obra romana. El acueducto de Segovia*)

Acueductos romanos de Hispania

Las pendientes en este primer tramo son del orden del 0,43% en unos 3.564 m. Las dimensiones del cauce son de 1.70m de anchura por 30 cm de altura.



Cuando el canal llega al lugar conocido como “El pasadero”, sus aguas se descuelgan en un tramo de 553 con una pendiente del 13,5% lo que supone bajar un total de 74,68m. (*Ramírez Gallardo A. Op.Cit*)

Esta pendiente, es sin duda desproporcionada para cualquier acueducto romano, que normalmente se resolvía (cuando era necesaria) mediante algún pozo de resalto.

En este caso se plantea la posibilidad, ante la ausencia de dicho pozo u otro sistema de rebaje de presión de agua de que dicho descenso brusco de agua sirviera para impulsar las palas de uno molino, del que aún se pueden identificar algunos restos.

No hay que olvidar que un molino de agua, ni consume agua ni la contamina sensiblemente, por lo que muy bien pudo emplearse para dicho cometido, y más si tenemos en cuenta que la distancia hasta los pozos de decantación y regulación de la ciudad aún es considerable.

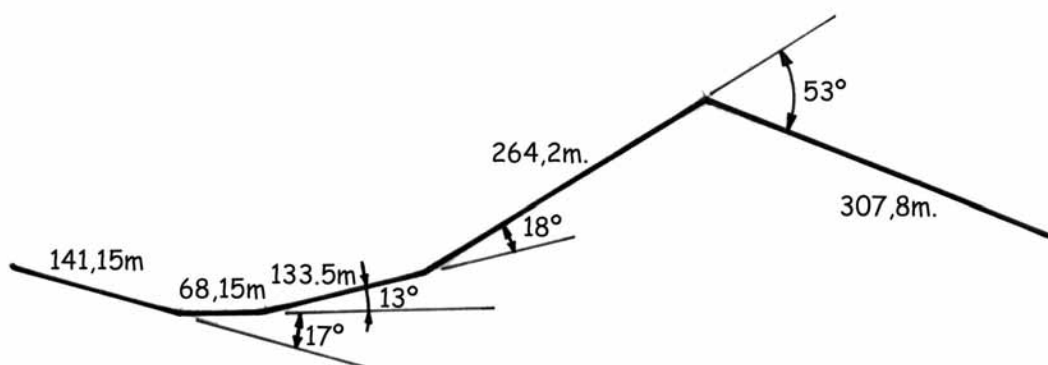
Acueductos romanos de Hispania

Pasada la zona donde actualmente se encuentran los depósitos que abastecen la ciudad de Segovia empiezan los depósitos de decantación. El primero es la llamada "Casa de Piedra".

Aquí empieza la obra de granito, de sección constante y casi cuadrada. Hasta entonces el cajeado está formado por un canal de 0,6m de ancho y 0,5 m de alto. Poco después empieza la obra elevada. (**Ramírez Gallardo A.** *Op.Cit.*)

Al principio no es más que un murete de al más de 100 m. hasta llegar al 2º depósito decantador.

El trazado de esta parte elevada es, aparentemente un poco extraño, pero obedece a la necesidad de irse aproximando con la menor cota posible y ciñéndose a la ladera desde donde arranca, para atravesar el collado hasta la ciudad, justo por la línea divisoria de aguas.

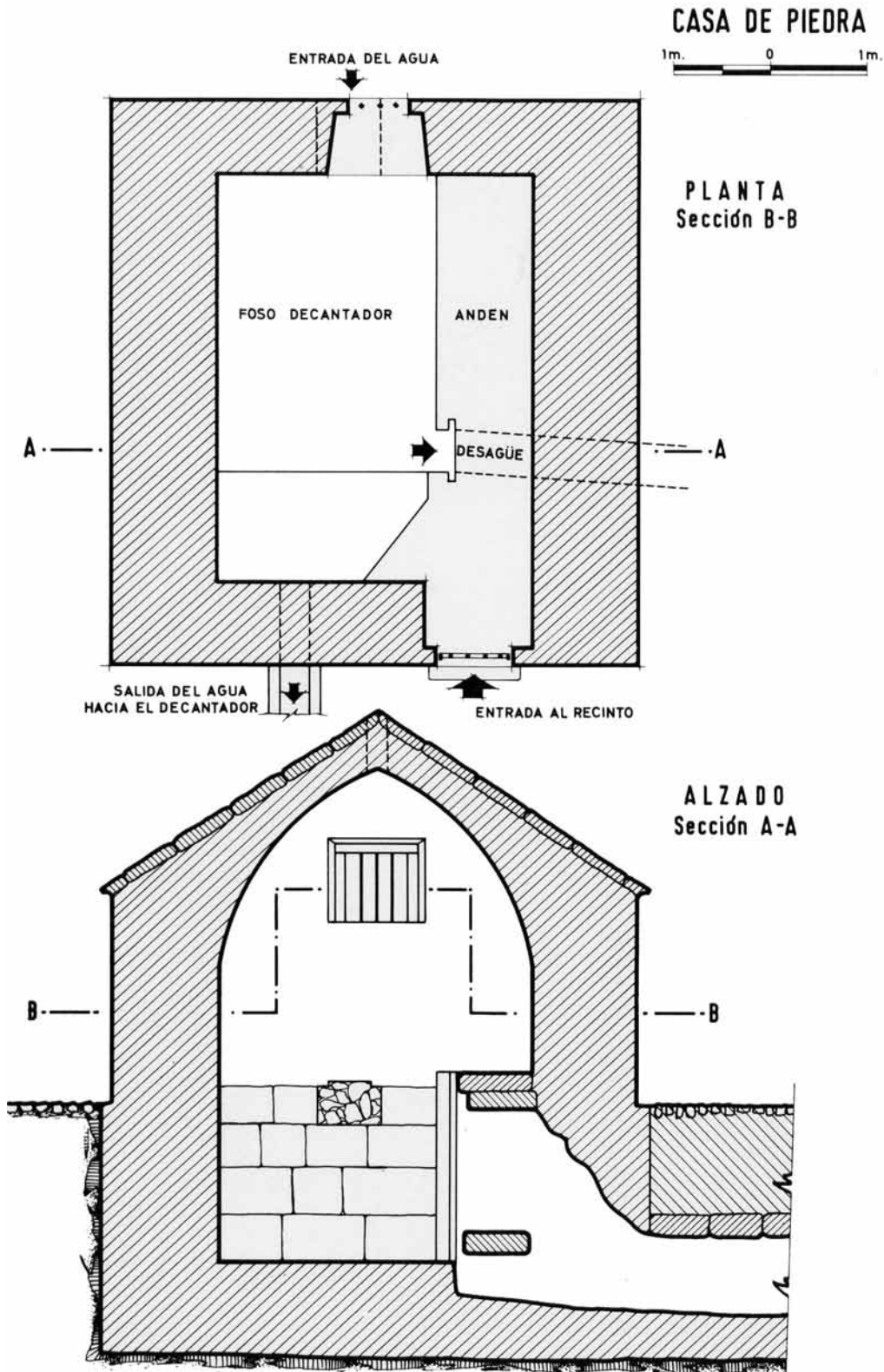


La sección del canal en todo el trazado es la misma, desde la "Casa de Piedra" hasta la ciudad.

En un principio, y si nos atenemos a las necesidades topográficas para el suministro de agua a Segovia, llama la atención de que los topógrafos romanos no hubieran realizado el *caput aquae* en las proximidades del actual pueblo de Revenga, ahorrándose en el trazado unos 4 Km. aproximadamente (*). La explicación pudiera estar en un error inicial de medida topográfica o quizás en que inicialmente se pretendiera tomar el agua del arroyo de La fuentequilla, pero al ser las aguas de éste, tal vez demasiado irregulares o escasas, alguien, o quizás los mismos instigadores de la obra construyesen una fase de auténtico trasvase del río de La Acebeda al arroyo de La Fuentequilla.

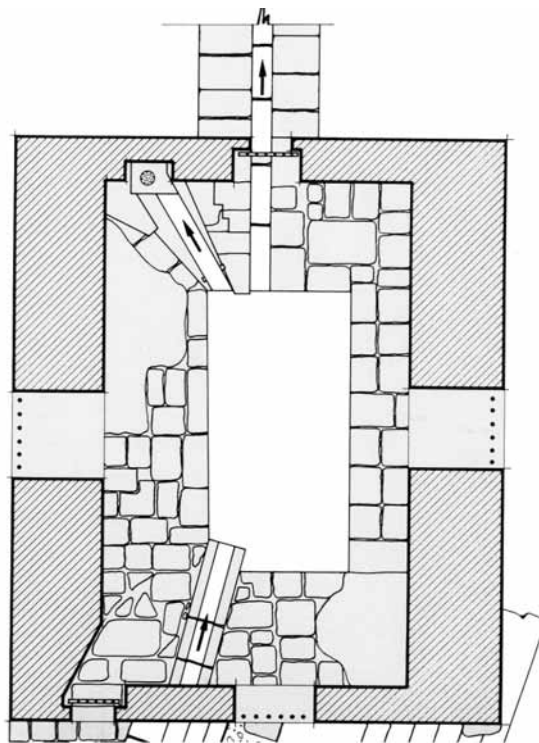
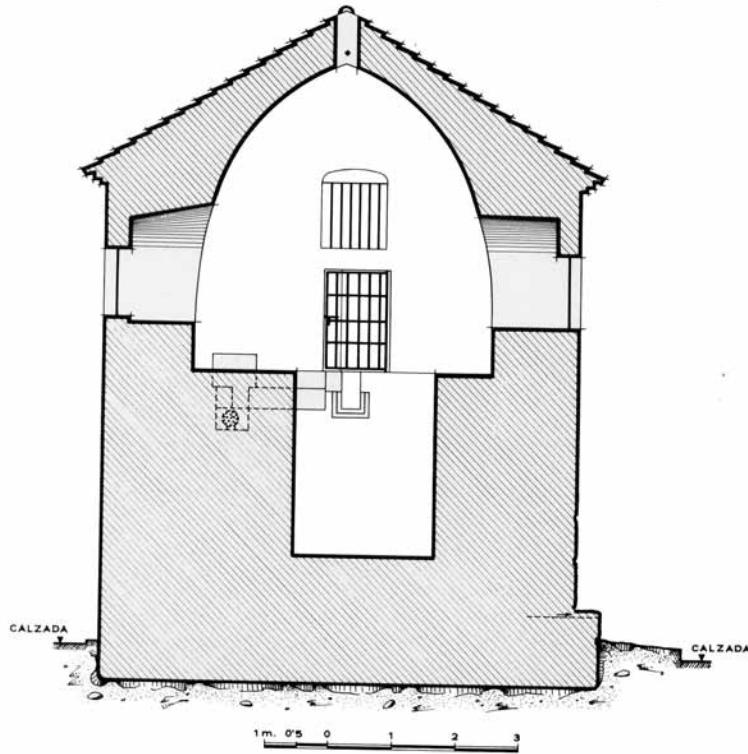
- **Los elementos de decantación**

El primer elemento de decantación con que nos encontramos es la llamada "Casa de Piedra", que se encuentra aproximadamente a medio kilómetro del inicio de la obra elevada.



Acueductos romanos de Hispania

La segunda torre de agua era una estación de control. Tenía una entrada y salida de caudal de las mismas dimensiones, a diferencia de lo que ocurre en la Casa de Piedra. Asimismo, dispone de un aliviadero y un depósito de decantación.



Ahora bien, teniendo en cuenta que este segundo depósito se halla a menos de 800 m de la Casa de Piedra, ¿Qué sentido tiene hacer dos depósitos decantadores tan próximos?, y más si tenemos en cuenta que entre ambos, la canalización va cubierta, y por tanto exenta de contaminación externa.

Quizás la respuesta haya que buscarla en la verdadera función de este segundo depósito, que no sería otra que servir de elemento regulador del caudal, más que de elemento decantador, lo que no quita para que se aprovechara la función decantadora del depósito.

• Estudio de la obra elevada

Los primeros arcos son de factura tosca, pero mantienen en general las mismas características de las arquerías de coronación.

Las luces de los arcos oscilan entre los 4,90 m y los macizos, alrededor de 1,30 m llegándose a una luz de 5,10m en el arco XXIV ligeramente carpanel (**Fernández Casado C.** *Acueductos Romanos en España*)

Con otro pilar en ángulo, de construcción casi curva en sus dos frentes, comienza la arquería doble. Hasta la muralla hay un total de 44 arcadas.

En esta parte se mantiene constante la ordenación del piso superior, salvo en los tres pilares de máxima altura, en donde hay una zona dedicada a la colocación de unas letras conmemorativas.

Los pilares inferiores van escalonados por alturas de 3,60 m (12 pies romanos). El cuerpo superior no va escalonado, manteniendo su sección constante. De 5,10 m (17 pies) (**Fernández Casado C.** *Op.Cit.*)

La secuencia de los superiores es una sucesión de cuadrados sobre semicírculos, es decir, la separación de las columnas que soportan los arcos de coronación es iguala a la altura de las mismas.

Los arcos tienen una luz libre de unos 4,50 m y se ordenan por dovelas trapeziales en Nº de 15 a 17, perfectamente radiales, sucediéndose de dos a cuatro en el espesor de la bóveda.

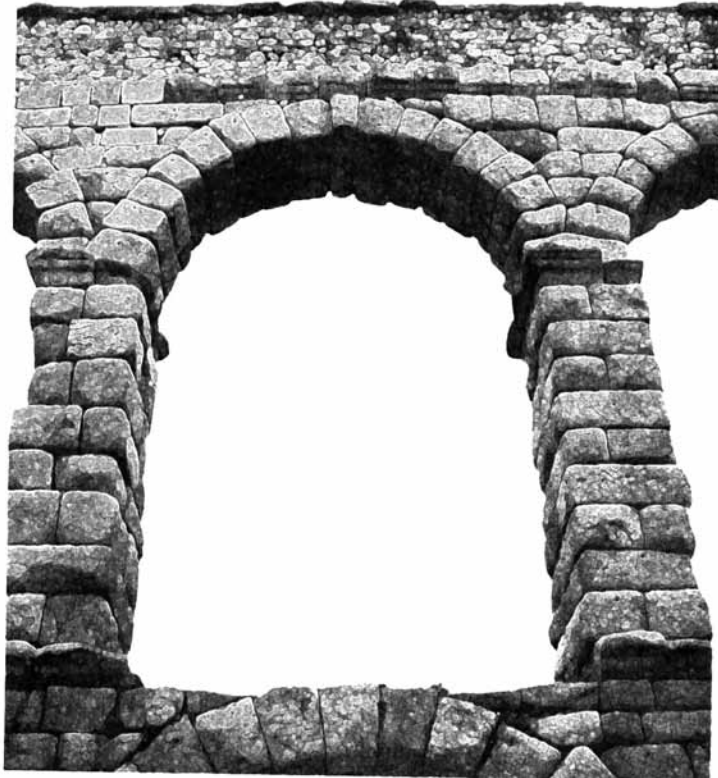
La doble enjuta dejada por las dovelas adyacentes se rellena por sillares ajustados a 5 hiladas como norma, y el conjunto de la bóveda y enjutas se coronaba por una hilada completa que asoma en ambos frentes como cornisa volada.

En el piso superior, todos los pilares son iguales, de 1,30x 1,90 y de 4 m. de altura hasta la cornisa. Normalmente aquí, de paramento a paramento hay 3 dovelas en clave y riñones, intercalándose dos con juntas alternadas entre ellas (**Fernández Casado C.** *Op.Cit.*)

En la cornisa superior se aprecia una anomalía constructiva, con algunos sillares, aparentemente colocados con despreocupación total. No sabemos si estos sillares "mal colocados" lo fueron desde el principio, o son fruto de una torpe reconstrucción posterior.

Sobre la cornisa superior va colocado un ático con revestimiento de mampostería y hormigón de cal. En el interior va encajado el canal romano.

Acueductos romanos de Hispania



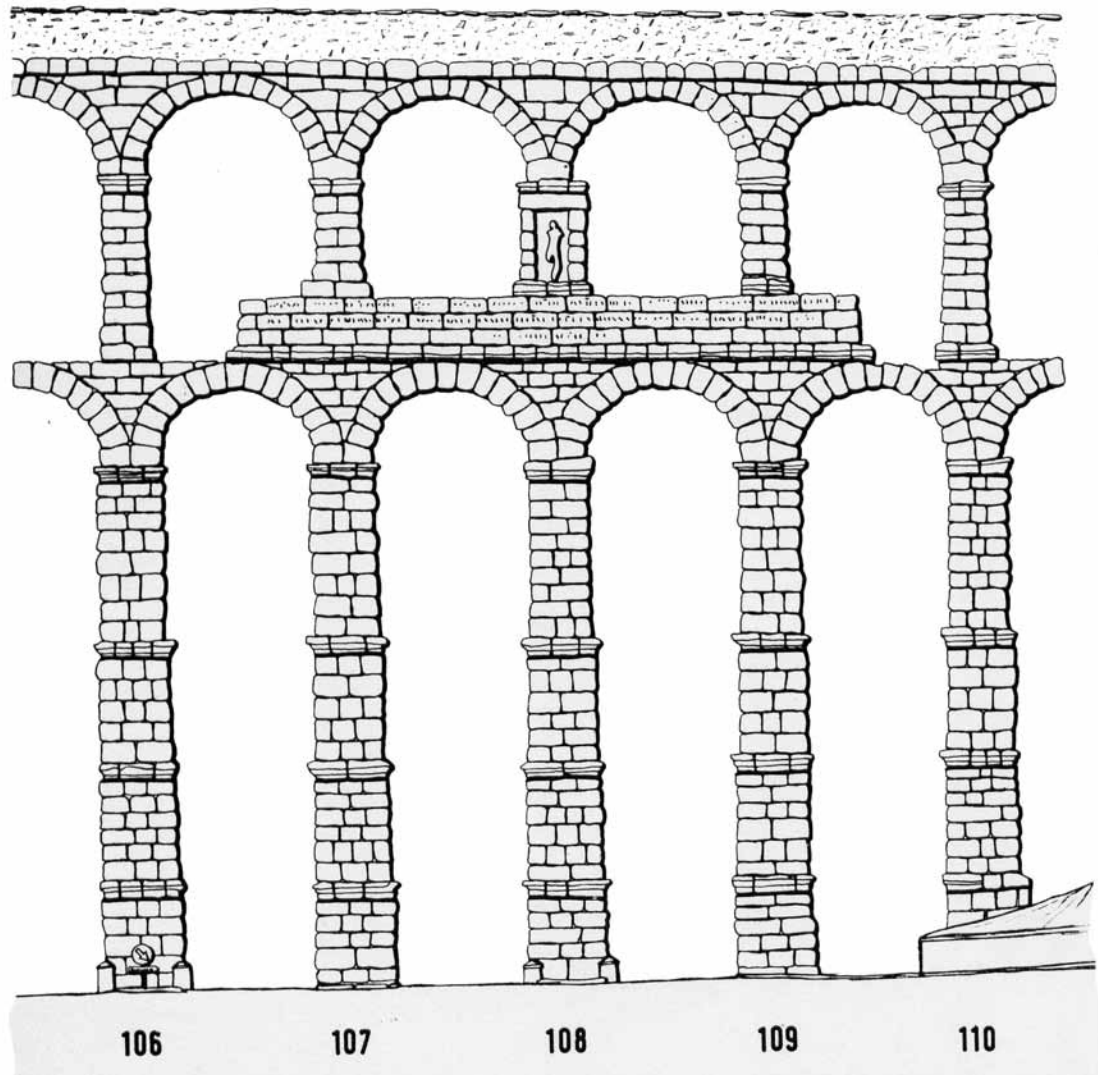
En la imagen puede observarse la distinta colocación de los sillares en los pilares del nivel superior.

Asimismo también se constata la ausencia de la cornisa inferior, rapiñada a todo lo largo de la obra.

Un detalle curioso a considerar es que el arquitecto no moduló el despiece del alzado, para repetir las mismas piezas semejantemente dispuestas en toda la construcción (sin duda la solución más racional, en una obra con todos los elementos repetidos). Esto quiere decir que tallaron todas las piedras a pié de obra.

Si observamos una restitución fotogramétrica, centrándonos en los pilares más altos, por la parte oriental, podemos ver lo siguiente:

Acueductos romanos de Hispania



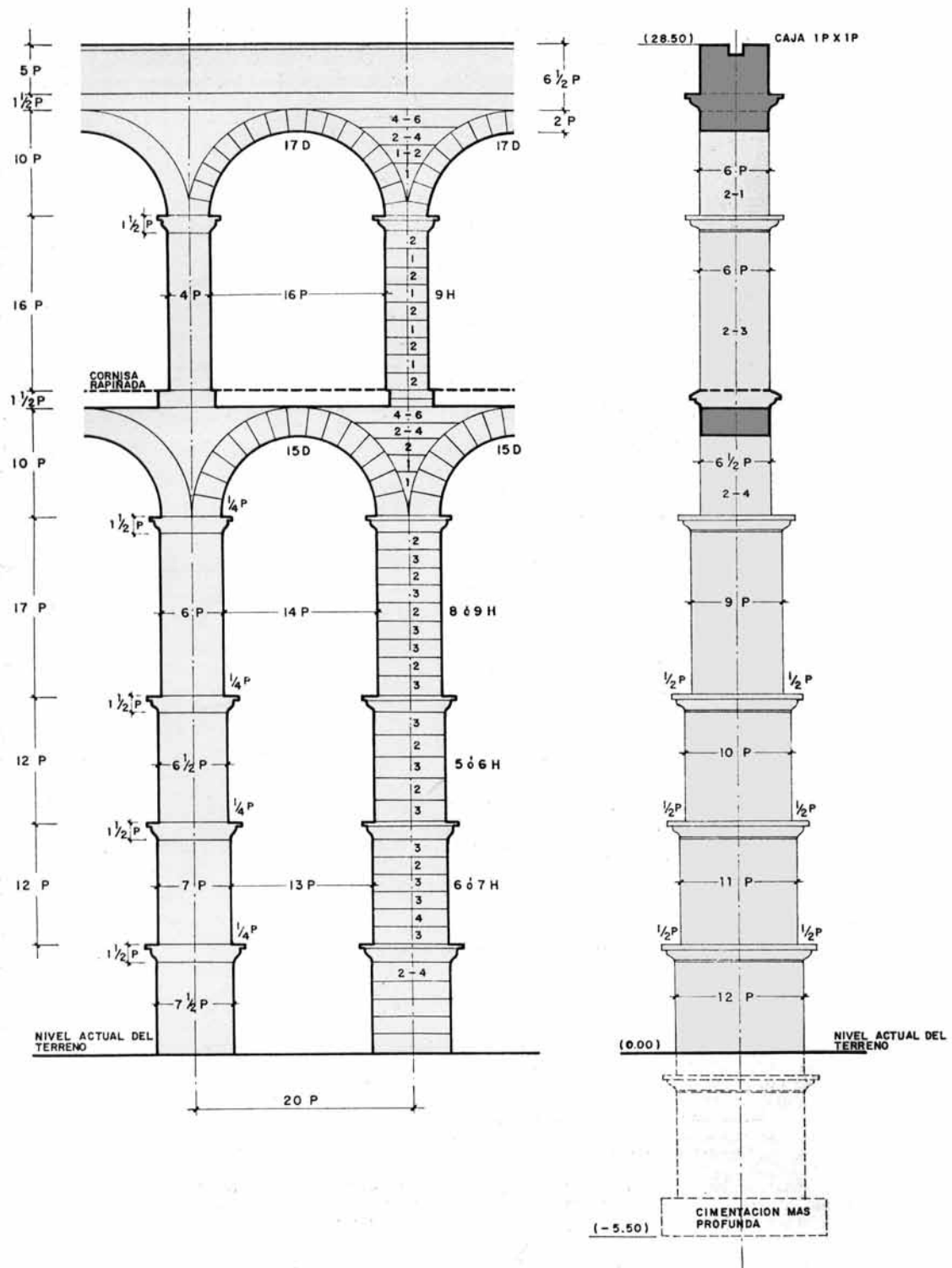
Vemos que en los arcos del primer piso, las dovelas de arranque de los pilares 107, 108, 109 y 110 son de una sola pieza, pero no en el pilar 106.

Asimismo, en los pilares 106, 107, 108 y 109 hay una enjuta triangular separando las segundas dovelas, pero no así en el 110.

Además puede observarse la desigualdad formal de la generalidad de los sillares de los pilares inferiores.

Acueductos romanos de Hispania

Los detalles de la estructura son los siguientes:



- **Las cargas de viento**

Este acueducto tiene una esbeltez muy grande, con respecto a lo que suele ser habitual en los acueductos. Por otra parte, está ubicado en una zona muy expuesta a los fuertes vientos.

Para realizar el estudio de las cargas de viento, consideraremos lo siguiente:

1. El viento realiza una presión uniformemente distribuida sobre una superficie colocada perpendicularmente a la dirección del mismo. Estudiaremos la posición más desfavorable, es decir, aquella en la que el viento incide perpendicularmente a la cara frontal del acueducto.
2. La carga de viento viene tabulada en la Norma Básica de la Edificación de Acciones en la Edificación. Esta tabla considera las situaciones posibles de un edificio o construcción, según sea expuesto o no. En nuestro caso, habida cuenta de la situación del acueducto, sin ninguna construcción ni accidente geográfico que lo proteja del viento, consideramos su posición como expuesta.

Al tener una altura entre 0 y 30 m le corresponden, por tablas una velocidad tipo de 40 m/s o lo que es lo mismo, 144 km/h que da una presión dinámica sobre el muro de 100 Kg/m².

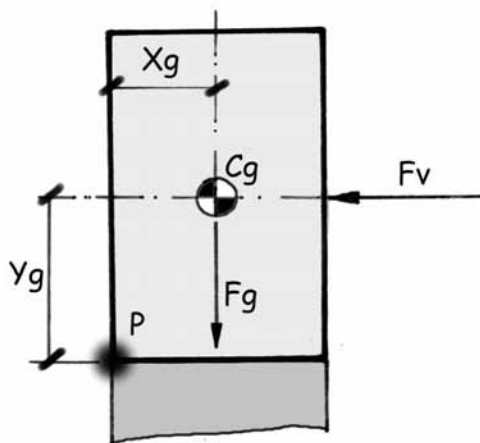
A esto hay que añadir que la sección es de tipo prismático, con planta rectangular. Para esto le corresponde un coeficiente eólico de 1,2 con lo que la presión dinámica total será de

$$P = 120 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

3. Esta carga de viento la podemos considerar concentrada en el centro de presiones de la cara a estudiar, que no es otro que el centro de gravedad de la misma, con una resultante que es el producto de la fuerza "p" por la superficie considerada.
4. Tomaremos una sección media tipo para el estudio, en concreto la que corresponde al pilar 106, por ser de los más altos, y por consiguiente, más desfavorable. La sección que corresponde a este pilar la estudiaremos separada en siete áreas, cada una de ellas apoyada en una sección. Cada una de ellas gravita sobre la que tiene debajo, por lo que el estudio lo haremos individual sólo para la sección superior, siendo el resto una suma de las diversas secciones, hasta completar el estudio del tramo en su conjunto.

No obstante, no hay que olvidar que el acueducto está construido con todas sus piedras unidas "a hueso" y por lo tanto, las secciones pueden ser consideradas como arbitrarias. Sin embargo, al coincidir con los cambios de anchura del edificio, o de geometría, se pueden considerar como suficientemente rigurosas.

El cálculo de las cargas de viento sobre una pieza prismática, como la que nos ocupa se basa en lo siguiente:



La fuerza del viento, la consideraremos aplicada en el Centro de Presiones, que al ser una pieza prismática coincidirá con el Centro de Gravedad (C_g). Esta fuerza del viento (F_v) crea un Momento Flector sobre la arista (p) de valor:

$$M_v = F_v \cdot Y_g$$

Al mismo tiempo, la Gravedad (F_g), que también consideraremos aplicada en el Centro de Gravedad crea sobre la misma un Momento, de valor:

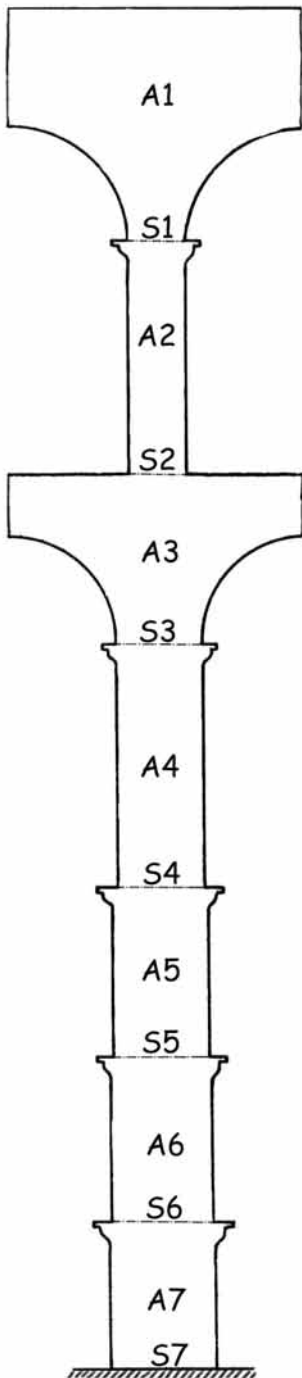
$$M_g = F_g \cdot X_g$$

De sentido contrario al anterior.

Si el Momento flector que produce el viento (M_v) es mayor que el que produce la Gravedad en esa arista, el bloque tenderá a levantarse por la arista opuesta, y a volcar. Si es mayor el momento de la fuerza de la Gravedad (M_g), la pieza permanecerá estable.

Acueductos romanos de Hispania

Las distintas áreas que vamos a considerar son las siguientes:



- Llamaremos S a las distintas secciones de referencia sobre las que haremos el cálculo de los Momentos Flectores.
- El material de que está compuesta la sección A1 no es enteramente de granito, ya que la parte superior está formada también por mortero. El peso específico del granito es de 2.800 Kg/m^3 . Sin embargo, en la sección A1 vamos a considerar un peso específico algo menor, concretamente de 2.600 Kg/m^3 .

Acueductos romanos de Hispania

La tabulación de las áreas con sus características nos da la siguiente tabla:

| | Area frontal m ² | Anchura m | Volumen m ³ | Peso Kg | Peso acumulado |
|----|--------------------------------|--------------|---------------------------|------------|-------------------|
| A1 | 20,65 | 1,80 | 37,17 | 97.000 | 97.000 |
| A2 | 5,65 | 1,80 | 10,37 | 29.036 | 126.036 |
| A3 | 13,70 | 1,95 | 26,85 | 75.180 | 201.216 |
| A4 | 10,08 | 2,70 | 27,22 | 76.216 | 277.432 |
| A5 | 7,02 | 3,00 | 21,06 | 58.968 | 336.400 |
| A6 | 7,56 | 3,30 | 24,95 | 69.860 | 347.292 |
| A7 | 4,73 | 3,60 | 17,03 | 47.684 | 394.976 |

Con los momentos flectores, considerando de signo positivo el debido a la gravedad y de signo negativo el debido al viento, tenemos lo siguiente:

| Sección de cálculo | Mv(-) Kg.m | Mg(+) Kg.m | Momento resultante |
|-----------------------|---------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 8.003,94 | 87.300,0 | 79.296,00 |
| 2 | 21.328,72 | 113.432,4 | 92.103,68 |
| 3 | 24.863,11 | 196.185,6 | 171.349,49 |
| 4 | 49.025,59 | 374.533,2 | 325.507,61 |
| 5 | 68.652,00 | 504.600,0 | 345.948,00 |
| 6 | 89.962,67 | 573.031,8 | 483.105,13 |
| 7 | 100.497,00 | 710.956,8 | 610.459,80 |

Vemos que incluso en el caso más desfavorable, el momento resultante siempre es positivo (El margen de seguridad mínimo es del orden de 10). Quiere esto decir que el conjunto de las secciones consideradas siempre permanecerá favorable frente al viento.

Esto nos lleva a encontrar una explicación al aparentemente exagerado macizado en el que va incrustado el canal. Este canal es de apenas un pie cuadrado, y va encastrado en un bloque de hormigón de 36 pies cuadrados. Esto permite, por una parte aligerar la obra (El hormigón pesa menos que el granito), pero por otra hace que frente al viento, la masa aportada sea la suficiente como para resistir el empuje que tendería a hacerlo volcar con un suficiente margen de seguridad.

- **El material de construcción**

Toda la parte elevada del acueducto, hasta el pilar 101 está cimentado en gneis glandular, y desde allí en arenisca. El granito, pues, tuvieron que acarrearlo desde más lejos, pero era un material más idóneo para realizar la obra. El granito, con la técnicas de la época (que son básicamente las mismas que las actuales, con la diferencia de que se ha sustituido el martillo y el cincel manual por sistemas neumáticos) era más fácil de partir en grandes bloques homogéneos en todas direcciones, a diferencia del gneis, que aún teniendo la misma composición que el granito, presenta una estructura laminar, por lo que no es fácil de partir en grandes sillares homogéneos como los requeridos. La arenisca no puede cortarse con la misma técnica que el granito, y aunque es más blanda, presenta más dificultad para cortarse en grandes bloques. Por otra parte, es más sensible a las fuertes heladas como las que se dan en Segovia.

Entre el río Eresma y Segovia hay tolmeras con bolos superficiales, y cuanto más nos acercamos, menos numerosos son, hasta llegar a desaparecer en las cercanías del acueducto. Se estima allí la falta de los 7.500 m³ que fueron necesarios para su construcción. (*Ramírez Gallardo A. El acueducto de Segovia*)

Los bloques de piedra del acueducto no están trabados con mortero (ni lo necesitan teóricamente, pues todos ellos trabajan a compresión, aunque en principio, una lechada de mortero entre las piedras, ayudaría al correcto asentamiento de las mismas). La ventaja de que los sillares no estén trabados con mortero presenta más ventajas que inconvenientes para la estabilidad del conjunto, pues unos con otros pueden realizar microdesplazamientos de dilatación, sin sumar defectos, desahogándose a través de innumerables juntas, manteniéndose el conjunto equilibrado en todo momento.

No obstante, el granito es una roca con un coeficiente de dilatación muy bajo, del orden de 8×10^{-6} . Por lo tanto, para una noche de invierno que se alcanzase una temperatura de 10 grados bajo cero y 20 grados en las horas centrales del día, lo que supone un salto térmico total de 30 grados, la dilatación por metro será de 0,24 mm, o sea, aproximadamente 24 cm en toda la longitud.

- **La época de construcción**

Mucho se ha escrito sobre en qué momento se levantó esta obra. Hay autores que incluso insinúan que el mismísimo Frontino pudo intervenir de algún modo. (*Iglesias Gil J.M. Actividad edilicia en Hispania en el Alto Imperio romano y el acueducto de Segovia*)

Para averiguarlo, se han tratado de interpretar los agujeros que han quedado en las cartelas, en donde irían encastradas unas letras, presuntamente conmemorativas de la erección del monumento.

Según el epigrafista Géza Alföldy, las letras incrustadas en el acueducto eran:

IMP.NERVAE.TRAIAN.CAES.AVG.GERM.P.M.TR.P.II.COS.II.PATRIS
PATRIAE.IVSSV (Primera línea)
P.MUMMIVIS.MVMMIANVS.ET.P.FABIVS.TAVRVS.IIVIRI.MVNIC.FL.SE
GOVIENSVM (Segunda línea)
AQVAM. RESTITVERVNT (Tercera línea)

Lo que traducido significaría:

"Por orden del Emperador Nerva Trajano, César, Augusto, Germánico. Sumo pontífice, con potestad tribunicia por segunda vez, cónsul por segunda vez, Padre de la Patria. Publio Mummio Mummiano y Publio Fabio Tauro, duumviros del municipio flavio de los segovianos restituyeron (o restauraron) la conducción de agua". (Iglesias Gil J.M. Op.Cit.)

Sin embargo, según Aurelio Ramírez Gallardo las letras que había encastradas eran:

IMP.CAESAR.DIVI.AVG.FI.DOMI.ADR.AVG<ilegible>TRIB.POT.VIII.
COS.XIV.CENS.P.IMP.XVI.P.P.T.DI<ilegible>T.F.Q.MAX.<ilegible>HIS
PAN CITERI<ilegible>IVN<ilegible>D.D.AQVAEDUCTU

Cuya traducción sería:

"Al Emperador César Domiciano Adriano Augusto. Hijo del divino Vespasiano<...> Tribuno por octava vez, Cónsul por catorceava vez, Censor perpetuo. Salutación imperial 16. Padre de la Patria.T.Di. Max. Hijo de T. De la tribu Quirina<...>Hispania Citerior. Consagrado a la diosa Juno, según decreto de los decuriones, mandó edificar este acueducto." (Ramírez Gallardo A. Supervivencia de una obra romana. El acueducto de Segovia)

Como se puede comprobar. No puede decirse que haya unanimidad en la interpretación de los agujeros que están en las cartelas.

No obstante, pese a la más que aparente disparidad en estas interpretaciones, parece haber una cierta unanimidad en la época en que el acueducto se levantó. En tiempos de Domiciano (según Ramírez Gallardo) o en tiempos de Nerva, siendo "reinaugurado" por Trajano (según Géza Alföldy). Lo cual vendría a significar, desde el punto de vista de la antigüedad de la obra, más o menos lo mismo, dada la corta duración del imperio de Nerva.

Por lo tanto, basta con que una de las dos interpretaciones sea correcta, para que podamos situar la fecha de erección del acueducto a finales del siglo I d.C.

- **Cálculo del caudal**

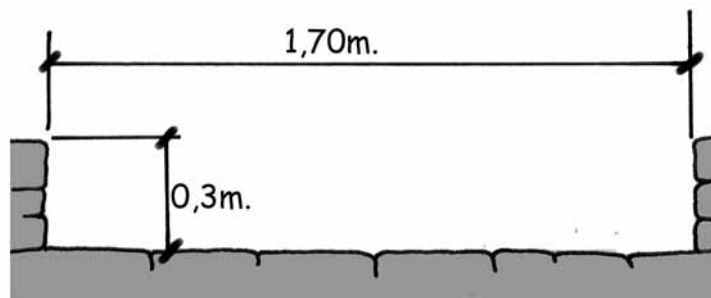
Para el cálculo de los caudales en los diferentes tramos, consideraremos que el canal tiene unas condiciones hasta el molino, mantiene otras hasta la Casa de Piedra, y a partir de ahí mantiene ya unas condiciones de acabado esmerado y sección constante hasta el final.

En los dos primeros casos, el acabado de las paredes y el fondo no parece muy esmerado, tal vez por la gran disponibilidad de agua que se tenía, por lo que no representaba un problema la rugosidad de las paredes. Tomaremos para el cálculo de los caudales un coeficiente de rugosidad de Manning de 0,02

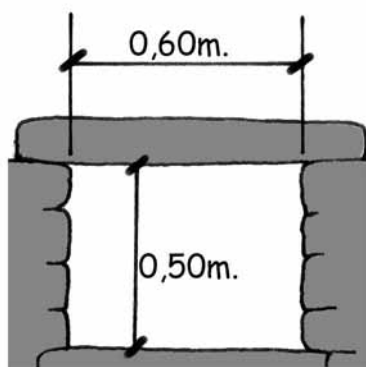
En la última parte del acueducto, el esmero es mucho mayor, por lo que consideraremos las dos posibilidades

Llamaremos Canal 1 al comprendido entre el *caput aquae* y el molino. Canal 2, al tramo comprendido entre el molino y la Casa de Piedra, Canal 3 desde la Casa de Piedra y la ciudad.

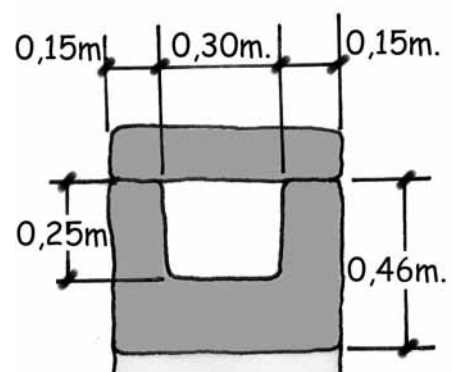
Las dimensiones de estos canales son las siguientes:



Canal 1

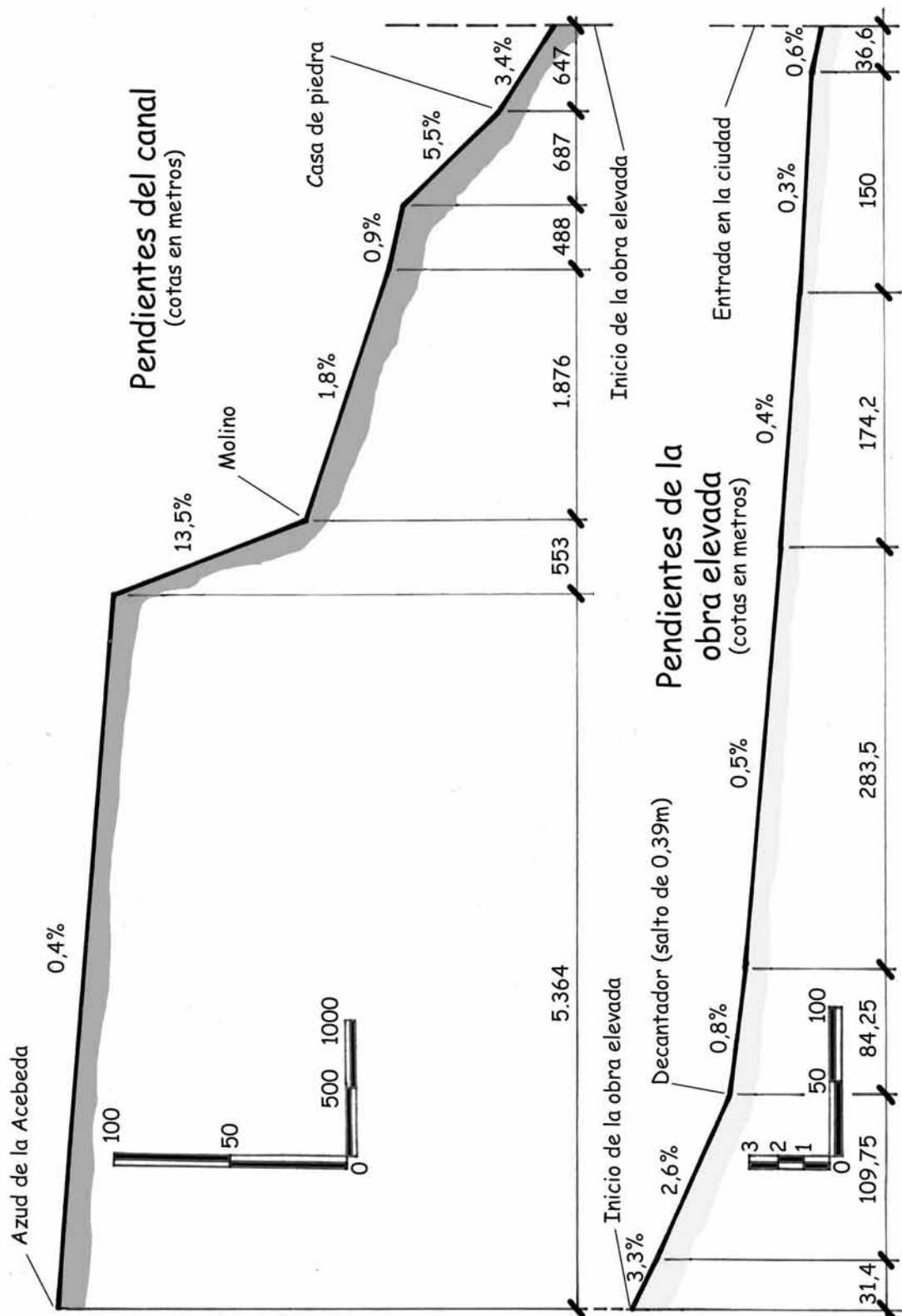


Canal 2



Canal 3

Las pendientes de los diferentes tramos son las siguientes:



Acueductos romanos de Hispania

Para calcular los caudales, teniendo en cuenta la enorme disparidad que hay entre los diferentes tramos del acueducto, tabularemos por separado los caudales correspondientes a los dos primeros tramos, y al tercero.

| | | m ³ /s | Litros/s | m ³ /día |
|---------|-----------|-------------------|----------|---------------------|
| Tramo 1 | Q. max. | 0,591 | 591 | 51.062 |
| | Q. opt. | ----- | ----- | ----- |
| | Q. inter. | 0,204 | 204 | 17.625 |
| Tramo 2 | Q. max. | 0,466 | 466 | 40.262 |
| | Q. opt. | 0,241 | 241 | 20.822 |
| | Q. inter. | 0,189 | 189 | 16.329 |

| | | m ³ /s | Litros/s | m ³ /día | Quinarias |
|---------|-----------|-------------------|----------|---------------------|-----------|
| n=0,017 | Q. max. | 0,050 | 50 | 4.320 | 108 |
| | Q. opt. | 0,026 | 26 | 2.246 | 56,16 |
| | Q. inter. | 0,020 | 20 | 1.728 | 43,2 |
| n=0,02 | Q. max. | 0,042 | 42 | 3.628 | 90,72 |
| | Q. opt. | 0,022 | 22 | 1.900 | 36,72 |
| | Q. inter. | 0,017 | 17 | 1468 | 47,52 |

Con estos resultados, ya podemos aventurar algunas hipótesis, en lo referente a los diferentes tramos que presenta el acueducto, y los diferentes caudales que es capaz de aportar.

Vemos que en el caso más desfavorable, el tramo intermedio lleva hasta la Casa de Piedra una cantidad de agua mucho mayor de lo que el último tramo del canal es capaz de conducir (un 378 % más). Quiere esto decir por lo tanto que el canal, al menos hasta la Casa de Piedra cumplía un doble cometido. Por una parte, servía para mover las palas de algún molino (o molinos), y por otra , teniendo en cuenta la vasta desproporción entre el caudal de diseño de la obra elevada y el aportado por el canal hasta el inicio de la misma, muy posiblemente se emplease el excedente de agua para funciones de riego de algunos huertos o jardines próximos a la referida Casa de Piedra.

Quiere esto decir, también a la vista de estos datos, que la parte elevada del acueducto iría casi siempre a plena carga, aportando un caudal constante de 50 litros por segundo, incluso en la época de máximo estiaje.

Este caudal se corresponde con una cifra casi exacta de 108 quinarias, por lo que si esta fuese la medida básica de cálculo del arquitecto que diseñó la obra, sería muy plausible que ese fuese el caudal a partir del cual se hiciesen los demás cálculos.

También podemos, a la vista de estas cantidades, encontrar una explicación al segundo depósito decantador.

Esta explicación no sería otra que garantizar en todo momento que la cantidad de agua que entrara en el canal no excediera del límite, si tenemos en cuenta que la parte con menos pendiente, y por lo tanto la que alcanza el calado máximo es justamente la que está en la parte más elevada del acueducto.

Para entender mejor este punto, debemos hallar los calados, es decir, la altura de la capa de agua en cada sección de la parte elevada del acueducto.

Para proceder al cálculo debemos hacer un proceso iterativo entre la fórmula que nos da la velocidad de la corriente, y la ecuación general del caudal, que nos relaciona la velocidad de la corriente con la sección mojada.

Acueductos romanos de Hispania

Si consideramos los calados en los cinco intervalos elevados del acueducto, a partir del segundo depósito regulador, tenemos:

| Intervalo | Pendiente (%) | Calados (cm) | |
|-----------|---------------|--------------|----------|
| | | n = 0,017 | n = 0,02 |
| 1 | 0,8 | 17,1 | 16,9 |
| 2 | 0,5 | 20,5 | 20,3 |
| 3 | 0,4 | 22,4 | 22,1 |
| 4 | 0,3 | 25,0 | 24,8 |
| 5 | 0,6 | 19,1 | 18,9 |

Vemos pues, que a partir del depósito regulador (justamente desde donde la pendiente del acueducto toma valores inferiores al 1%) la pendiente va disminuyendo, y con ella la velocidad de la corriente, al mismo tiempo que aumenta el calado.

Por lo tanto, para evitar que en la parte más elevada del acueducto, que se corresponde con la de menos pendiente, el agua se infiltre entre las losas superiores y rebose, es necesario mantener el calado de la sección de salida con un máximo de aproximadamente 17 cm.

Un operario, podría controlar mediante una varilla calibrada que el calado en ese punto no superase dicha cantidad, eliminando el excedente mediante el aliviadero colocado al pie de la salida de agua.

- **La población**

Para calcular la población que pudiera haber en la ciudad de Segovia Partimos de la dificultad de que no han quedado restos visibles de la ciudad romana. Tampoco conocemos su importancia real dentro de la estructura urbana de su Convento Jurídico. En cuanto a la dedicación de su población, sólo podemos hacer conjeturas, aunque el hecho de que acometieran la realización de una obra de esa envergadura, aparentemente da a entender una más que notable potencia económica.

Haremos los cálculos, suponiendo que el consumo por habitante (Del agua que brotaba por las fuentes públicas) fuese análogo al de Roma, es decir de 60 litros por habitante y día. Y la cantidad de agua destinada a estos menesteres fuese igual que en Roma, es decir, un 14,77%

Asimismo, supondremos que el número de Patricios y en general personas que por su posición social tomaban el agua directamente del acueducto por concesión, fuese análogo al de una ciudad como Pompeya, es decir un 1,67%

Con estos datos, tenemos que para una cantidad máxima de 50 litros/s. le corresponden 639.360 litros/día para las fuentes públicas, lo que teniendo en cuenta el consumo estimado, nos sale un total de 10.656 habitantes, a lo que habría que sumar un 1,67% de optimates, lo que daría un total de 10.834 habitantes para la ciudad de Segovia.

Esto si consideramos la mejor opción, es decir, con el canal en las mejores condiciones.

Si consideramos la posibilidad de que el canal tenga algún elemento que reduzca la velocidad el agua, como hemos visto, podremos tomar la cantidad de 42 litros/s como la cantidad de agua que entraba en la ciudad. Con estos datos, y haciendo las mismas suposiciones de antes, nos sale una cantidad de 9.080 habitantes.

No sería pues descabellado pensar que la población total de la ciudad de Segovia fuese intermedia entre estas dos, es decir, que rondase los 10.000 habitantes.